

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-35260

(P2001-35260A)

(43) 公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 B 5/08

識別記号

F I

H 0 1 B 5/08

テームト(参考)

5 G 3 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-100506

(22) 出願日

平成10年3月28日(1998.3.28)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 会田 幸勝

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 鈴木 為蔵

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100086988

弁理士 岡田 喜久治

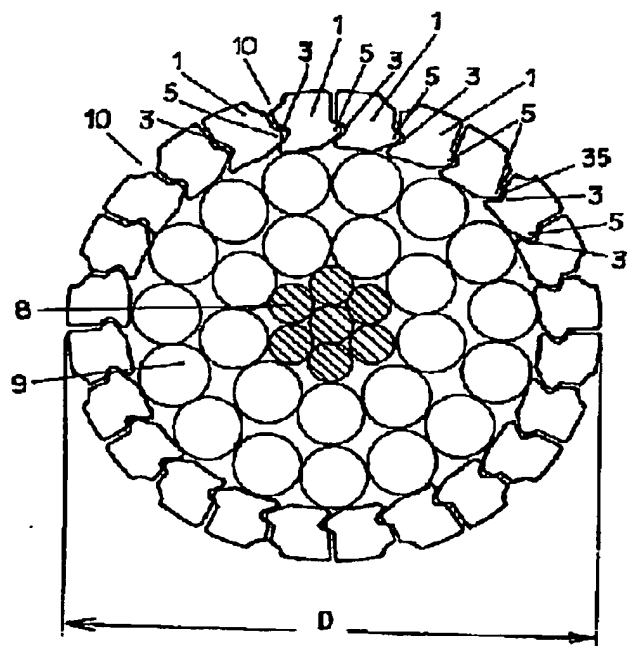
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 架空電線

(57) 【要約】

【課題】 低風圧および低騒音電線を、柔軟性に富む撚り線に構成し、かつ、最外層のセグメント素線撚合層の素線が、撚り合わせの際や架線工事の金車通過の際に、電線径方向にずれて肩立ちや線浮き等を起こすのを防止する。

【解決手段】 最外層に撚り合わせるセグメント素線1の両側面に凹部3と凸部5を設け、隣接する素線相互の凹部3と凸部5を嵌合させて撚り合わせることにより、セグメント素線撚合層の素線1の電線径方向のずれを防ぎ、また、凹凸嵌合部35における両凹凸面の接触長さを小にすることにより撚り線に柔軟性を与え、また、電線外周面にスパイラル状凹溝10を設けて、風圧抵抗を低減する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】最外層にセグメント素線を撚り合わせた架空電線において、前記各セグメント素線の一方の側面に凹部を設けるとともに他方の側面に凸部を設け、隣接するセグメント素線の一方のセグメント素線側面の凹部と他方のセグメント素線側面の凸部を嵌合させて凹凸嵌合部を形成し、かつ、最外層のセグメント素線撚合層における少なくとも1箇所の前記凹凸嵌合部の両凹凸面の電線径方向接触長さを、該凹凸嵌合面の電線径方向長さの10%以下としてセグメント素線撚合層を形成し、前記セグメント素線の隣接境界部の外周面または素線外周面に設けた凹溝により電線外周面に少なくとも1条または電線周方向に間隔を空けて複数条のスパイラル状凹溝を形成したことを特徴とする架空電線。

【請求項2】最外層のセグメント素線撚合層の各セグメント素線の両側面に設ける凸部の先端円弧面部の円弧面の曲率 R_1 と凹部の奥底円弧面部の円弧面の曲率 R_2 を $R_1 > R_2$ に形成したことを特徴とする請求項1の架空電線。

【請求項3】最外層のセグメント素線撚合層を形成するセグメント素線の両側面の凹部の奥底円弧面部の中心部および凸部の先端円弧面部の中心部からセグメント素線撚合層の底面までの間隔 G を、該底面と外周表面との間の厚さ t に対し $0.2t \leq G \leq 0.8t$ (mm)としたことを特徴とする請求項1または2の架空電線。

【請求項4】最外層における撚合セグメント素線の隣接部の少なくとも1箇所に $0.1 \sim 1.0$ mmの間隙を有することを特徴とする請求項1、2または3の架空電線。

【請求項5】セグメント素線撚合層の外周表面に形成するスパイラル状凹溝の溝深さ a と溝巾 b を $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ としたことを特徴とする請求項1乃至4の架空電線。

【請求項6】最外層における径方向厚さが小なる薄肉セグメント素線の撚合層中に径方向厚さが前記薄肉セグメント素線よりも大なる厚肉セグメント素線を少なくとも1条撚り合わせ、前記薄肉セグメント素線の撚合層の外周面と厚肉セグメント素線の外周面との間の段差 h を、前記薄肉セグメント素線の撚合層の外径 D に対し $0.01 < h/D < 0.10$ とし、前記厚肉セグメント素線の中心角 θ を $10^\circ < \theta < 90^\circ$ としたことを特徴とする請求項1乃至5の架空電線。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、低風圧化を図った架空電線および低風圧化と低騒音化を図った架空電線に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最外層に断面台形のセグメント素線を撚り合わせた架空電線において、電線表面に、周囲方向に

間隔を空けて断面円弧状のスパイラル溝を複数条設けて低風圧化を図った架空電線が知られている。また、最外層のセグメント素線を、薄肉のセグメント素線と厚肉のセグメント素線を撚り合わせて低騒音化を図った架空電線が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】これまでの風洞試験結果によれば、低風圧効果を得るためには、電線表面が可能な限り平滑であって、さらに所定の形状の複数条のスパイラル溝を有することが不可欠であったが、従来の最外層に断面台形のセグメント素線を撚り合わせた電線では、あらかじめプレフォームされて撚り合わせられた素線がその残留弾力によりスプリングバックして良好な電線表面が得られなくなり、また、台形素線の側面が直線状のために、最外層にセグメント素線を撚り合わせたときに素線が電線の径方向にずれて、いわゆる肩立ち或いは線浮きと称する現象が発生しやすく、このため電線表面が平滑にならず、期待する低風圧効果を得ることができなかった。また、前記のように最外層に薄肉と厚肉のセグメント素線を撚り合わせた電線では、鉄塔上に架線する際に電線が複数の金車上を通過すると繰り返し曲げを受ける結果最外層素線のずれが生じて飛び出しや線浮きが発生し、低風圧効果が損なわれるという問題点があった。

【0004】また、従来の撚り合わせ電線は、予め伸線加工され撚り合わせ直前に圧延成型された異形素線を撚り合わせて外部よりダイス等で押さえて形を整えていたが、ダイス等を通過した後は各素線の姿勢を制御するものがないため、素線間で段差ができたり、素線が傾いたりすることがあり、電線特性に悪影響を及ぼし、かつ外径変動の要因となっていた。

【0005】また、従来のセグメント素線を撚り合わせた電線は、各セグメント素線の隣接接触部における接触長さが長いために、接触摩擦が大で柔軟性に乏しく取扱いに難点があり、撚り合わせや延線の過程で素線に過大な応力がかかってひびが入る等の問題点があった。

【0006】また、従来の低騒音電線は、風騒音を低減するのみで風圧荷重は増加する欠点があり、抗力係数が大きく風圧荷重が大であるという問題点があった。

【0007】本発明は、前記の課題を解決し、撚合セグメント素線の隣接接触部における接触長さを所定以下にして撚合電線を柔軟性にするとともに、撚り合わせ工程や架線時の金車上を通過する際に、撚合素線に電線径方向のずれが生ぜず、肩立ち、飛び出しや線浮きが発生しないようにした低風圧架空電線および低風圧・低騒音架空電線を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するため本発明の架空電線は、以下の(1)乃至(6)の構成としたものである。

(1) 最外層にセグメント素線1を撚り合わせた架空電線において、前記の各セグメント素線の一方の側面2に凹部3を設けるとともに他方の側面4に凸部5を設け、隣接するセグメント素線1、1の一方のセグメント素線の側面の凹部3と他方のセグメント素線の側面の凸部5を嵌合させて凹凸嵌合部35を形成し、かつ、最外層のセグメント素線撚合層における少なくとも1箇所の前記凹凸嵌合部35の両凹凸面の電線径方向接触長さUを、該凹凸嵌合部35の凹凸嵌合面の電線径方向長さWの10%以下として、セグメント素線撚合層を形成し、前記セグメント素線の隣接境界部の外周面または素線外周面に設けた凹溝10により電線外周面に少なくとも1条または電線周方向に間隔を空けて複数条のスパイラル状凹溝10を形成したことを特徴とするものである。(請求項1)

【0009】前記の本発明における凹凸嵌合部35における両凹凸面の電線径方向接触長さU、および凹凸嵌合面の電線径方向長さWとは、以下の長さを言うものである。電線最外層のセグメント素線撚合層における隣接セグメント素線1、1の隣接側面2、4の一方の凹部3と他方の凸部5が嵌合し合う凹凸嵌合部を示した図3に示すとおり、該凹凸嵌合部において、隣接セグメント素線1、1の隣接し合う側面2、4の電線径方向接線をX-X線(上下方向鎖線)とし、該接線X-X線から立ち上がる凹部3と凸部5の立ち上がり点(横方向鎖線の位置)の電線外方側(図の上方)の立ち上がり点をY点、電線内方側(図の下方)の立ち上がり点をZ点とし、このY点とZ点の間の凹部3と凸部5が嵌合し合う部分を凹凸嵌合部35と言う。この凹凸嵌合部35における凹凸嵌合面は円弧曲面であって直線面ではないが、電線長手方向ではなく電線中心に向け径方向に伸びる曲面なので、この凹凸嵌合面の径方向に伸びる長さを電線径方向の長さと言う。前記の凹凸嵌合部35における凹凸嵌合面の電線径方向の長さをWとし、該凹凸嵌合部35における凹部3と凸部5の両凹凸面の接触面のうち、電線外方側(図の上方)の接触面部V1の電線径方向接触長さを $\delta 1$ とし、電線内方側(図の下方)の接触面部V2の電線径方向接触長さを $\delta 2$ とし、凹凸嵌合部35における両凹凸面の電線径方向接触長さUを $\delta 1 + \delta 2$ とする。ただしこの接触長さUは $\delta 1$ 、 $\delta 2$ のいずれか一方がゼロの場合、すなわち前記凹凸嵌合部35における上下の両接触面部V1、V2のうち上方または下方のいずれか一方の接触面部のみにおいて凹部3と凸部5が接触している場合も含む。本発明は前記のように凹凸嵌合部35における凹凸嵌合面の電線径方向長さWと両凹凸面の電線径方向接触長さUを定義し、この凹凸嵌合部35における両凹凸面の電線径方向接触長さUを凹凸嵌合面の電線径方向円弧長さWに対して10%以下に設定する。

【0010】(2) 前記(1)の架空電線において、最

外層のセグメント素線撚合層の各セグメント素線の両側面に設ける凸部5の先端円弧面部5aの円弧面の曲率R1と凹部3の奥底円弧面部3aの円弧面の曲率R2を $R1 > R2$ に形成したことを特徴とするものである。(請求項2)

【0011】(3) 前記(1)、(2)の架空電線において、最外層のセグメント素線撚合層を形成するセグメント素線1の両側面の凹部3の奥底円弧面部3aの中心部Pおよび凸部5の先端円弧面部5aの中心部Qからセグメント素線撚合層の底面6までの間隔Gを、該底面6と外周表面7との間の厚さtに対し $0.2t \leq G \leq 0.8t$ (mm)としたことを特徴とするものである。(請求項3)

【0012】(4) 前記(1)、(2)または(3)の架空電線において、最外層における撚合セグメント素線1の隣接部の少なくとも1箇所に $0.1 \sim 1.0$ mmの間隙gを有することを特徴とするものである。(請求項4)

【0013】(5) 前記(1)乃至(4)の架空電線において、セグメント素線撚合層の外周表面に形成するスパイラル状凹溝10の溝深さaと溝巾bを $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ としたことを特徴とするものである。(請求項5)

【0014】(6) 前記の(1)乃至(5)の架空電線において、最外層の径方向厚さtが小なる薄肉セグメント素線1(又は21)の撚合層中に、径方向厚さdが前記薄肉セグメント素線の厚さtよりも大なる厚肉セグメント素線11(又は22)を少なくとも1条撚り合わせ、前記薄肉セグメント素線の外径Dの撚合層の外周面7と厚肉セグメント素線の外周面12との間の段差hを、前記薄肉のセグメント素線撚合層の外径Dに対し $0.01 < h/D < 0.10$ とし、前記厚肉セグメント素線の中心角 θ を $10^\circ < \theta < 90^\circ$ としたことを特徴とするものである。(請求項6)

【0015】〔作用〕前記(1)のように、セグメント素線撚合層の隣接し合う各セグメント素線の一方の素線の凹部3と他方の素線の凸部5を嵌合させてセグメント素線撚合層を形成したことにより、隣接し合う素線相互の電線径方向のずれ、移動が阻止される。このため最外層のセグメント素線の撚り合わせの際に素線が電線径方向にずれないから肩立ちや線浮きが抑えられて電線外径のばらつきがなくなり、架線の際に金車上を通過する時にも素線が電線径方向にずれないから素線の飛び出しや線浮きが生じない。

【0016】また、前記(1)のように、最外層のセグメント素線撚合層における少なくとも1箇所の前記凹凸嵌合部35の両凹凸面の電線径方向接触長さUを、該凹凸嵌合部35の凹凸嵌合面の電線径方向長さWの10%以下とすることにより、最外層のセグメント素線撚合層において隣接し合うセグメント素線間の摩擦が小さくな

り、撚線が柔軟性に富み、セグメント素線に過大な応力がかからず従来のようにひびが入ることがなくなる。

【0017】また、前記(1)のように、セグメント素線撚合層の外周表面に、スパイラル状凹溝10を設けたことにより、架空電線に風が吹きつけたときの風圧荷重が低減する。架空電線に側方から風が吹きつけると、その気流は電線表面に沿って薄い境界層を形成して電線表面を風下側に流れ、円弧面の凹溝10内で気流の混合が生じて乱流化が促進され、電線表面から一端剥離した気流が再び後方の電線表面に再付着してその風下側で電線表面から剥離する。このように境界層の剥離点が電線表面後方に移行することにより電線風下側の伴流が小さくなり風圧抵抗が低減する。これに反し電線表面に前記のような凹部が無い従来の電線では、剥離した気流はそのまま再付着せず流れ去るので電線風下側の伴流が大きくなり風圧抵抗は減少しない。前記の電線外周面のスパイラル状凹溝10の形状は、風圧抵抗のみを重視した場合は半円形がよい。

【0018】前記(2)のように、各セグメント素線の一方の側面に設ける凸部5の先端円弧面部5aの円弧面の曲率R1と他方の側面に設ける凹部3の奥底円弧面部3aの円弧面の曲率R2を $R1 > R2$ として凸部5の先端面の曲率を凹部3の奥底面の曲率よりも大にすることにより、前記(1)の隣接セグメント素線相互の前記凹凸嵌合部35における両凹凸面の電線径方向接触長さUを凹凸嵌合面の電線径方向長さWの10%以下に抑えることができる。

【0019】前記(3)のように、最外層の外径Dのセグメント素線撚合層を形成するセグメント素線1の両側面の凹部3の奥底円弧面部3aの中心部Pおよび凸部5の先端円弧面部5aの中心部Qからセグメント素線撚合層の底面6までの間隔Gを、セグメント素線の底面6と外周表面7の間の厚さtに対し $0.2t \leq G \leq 0.8t$ (mm)としたことにより、最外層のセグメント素線の撚り合わせの際に素線が電線径方向にずれて生ずる肩立ちや線浮き現象の防止効果が大きくなる。

【0020】前記(4)のように、最外層における各セグメント素線1の隣接部の少なくとも1箇所に0.1~1.0mmの間隙gが形成されることにより、セグメント素線の寸法に誤差があってもオーバーレイヤーにならず肩立ちや線浮きが生じない。最外層がセグメント素線を撚り合わせて形成される場合に、撚線工程において外層セグメント素線の寸法に誤差があると、たとえばセグメント素線の幅が所定の寸法よりも大きいと、オーバーレイヤーになり、外層セグメント素線が内層の撚合素線に密着せずに浮いた状態で撚り合わせられ、電線外周側から側圧が加わると外層セグメント素線が凹んで平滑な外周面が形成されず凸凹な表面になってしまい、肩立ちや線浮きが生ずるが、前記のように最外層の隣接セグメント素線間に間隙gが形成されると、撚合セグメント素線1

の凹部3に隣接素線の凸部5を嵌入させてセグメント素線1を撚り合わせる際に、セグメント素線の寸法に若干の誤差があっても、間隙gで吸収、調整されるので凹、凸部を嵌合させることができ、オーバーレイヤーにならず、撚り合わせ工程が容易になり、セグメント素線の線浮きや肩立ちが防止されて平滑な外表面を形成することができ、確実な低風圧効果を得ることができる。またこの間隙gにより電線内部に入った雨水が速やかに排出される。

10 【0021】低風圧効果を得るには電線外周面を、平滑な外周面に形成すること、及び有害な隙間を形成しないことが必要である。このため前記(1)のように最外層における撚合セグメント素線相互が凹部3と凸部5で嵌合し合う構造として、撚り合わせ時のずれを防止するとともに、前記(4)のように最外層における撚合セグメント素線1の隣接部の少なくとも1箇所に所定の間隙gを設けることにより、電線外周面に平滑な外表面が形成される。

20 【0022】前記(5)のように、セグメント素線撚合層の外周表面に形成するスパイラル状凹溝10の溝深さaと溝巾bを $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ としたことにより、所望の設計風速に対して最適な抗力係数を選択でき、低風圧効果を増すことができる。本発明においては、前記の溝巾bは一般に2~10mm、好ましくは5~7mmとすると、溝深さaは0.25~0.35mm以上である。架空電線に側方から風が吹きつけ電線表面に沿って流れる気流は凹溝10内で気流の乱流化が促進されて、風圧抵抗が低減されるが、前記のa/bが0.05以下では凹溝10の深さが浅すぎて乱流化促進効果が大幅に失われてしまう。乱流生成の可視化観察によればa/bが0.05以上であると凹溝10内で気流の境界層が通過する際に激しく振動する様子が見られ、これが効果的に層流の乱流化を促進させ風圧抵抗を低減させる因子であることが確認された。一方前記のa/bを0.5以上(溝深さaは2.5~3.5mm)にすると、凹溝10の深さが深すぎて該溝内での乱流化が十分に促進されずに凹溝10の上部を層流が通過してしまうため、気流の剥離が電線の風上側で生ずる結果、風圧抵抗を十分に低減させることができなくなる。

40 【0023】前記(6)のように、最外層の薄肉セグメント素線撚合層中に混ぜて撚り合わせた少なくとも1条の厚肉セグメント素線は、電線外周面上に突出部11dがスパイラル状に突出する外表面突出セグメント素線を形成する。この電線表面のスパイラル状突条によって、風により生ずるカルマン渦が攪乱されて風騒音が低減する。薄肉セグメント素線1の撚合層外周面7と厚肉セグメント素線11の外周面12との間の段差hを、薄肉セグメント素線撚合層の外径Dとの比が $0.01 < h/D < 0.10$ の範囲になるように選定することにより、風圧抵抗が低減して大なる低風圧効果が得られる。

この段差 h が小さすぎると、風により生ずるカルマン渦を攪乱する作用がなくなって低騒音効果が失われることになり、段差 h が大きすぎると、効力係数が高くなり風圧抵抗が大になって低風圧効果が損なわれる。このため段差 h は h/D が0.01~0.10 の範囲内になるように選定する。

【0024】また、最外層の薄肉セグメント素線燃合層中に撚り合わせた厚肉セグメント素線の中心角 θ を $10^\circ < \theta < 90^\circ$ の範囲に選定することにより、大なる低風圧効果、低騒音効果が得られ、かつ架線工事において電線が金車を通過する際の厚肉セグメント素線11の転倒や突出部の潰れ、変形が生じない。この中心角 θ が 10° 以下であると電線の風下側にカルマン渦が形成されやすくなり、低騒音効果が損なわれ、さらに架線工事において金車を通過する際に、電線周面上にスパイラル状に突出して最外層に撚り合わせられている厚肉セグメント素線11が転倒したり突出部が潰れ変形しやすくなる。中心角 θ が 90° を越えると投影断面積が増加して風圧抵抗が増大し低風圧効果が損なわれる。

【0025】前記(6)のように最外層の薄肉セグメント素線燃合層中に厚肉セグメント素線を撚り合わせ電線外周面にスパイラル状の突起を形成して、風圧抵抗の低減効果を若干犠牲にしても風騒音を下げたい場合には、この電線外周面に形成するスパイラル状凹溝10の形状は、円弧状にしたものが特に風騒音レベルの低減効果が顕著である。前記の風騒音レベルを低減する厚肉セグメント素線により形成される電線周面の突起は、電線周面に深い溝を有する粗い表面に突起を設けるよりも、より平滑な表面に同じ高さの突起物を設けたほうがカルマン渦を攪乱する効果が大きくなる。換言すれば、粗い表面を有する電線では、平滑な表面を有する電線に設けた突起高さよりも、より高い突起を設けないと騒音レベルを効果的に低減できない。したがって本発明のように、突起高さをより低い突起として風圧抵抗を増加させずに風騒音レベルを低減させるためには、円弧状の平滑な表面に近い溝と突起の組み合わせが最適である。

【0026】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面により説明する。図1は本発明の第1の実施の形態の架空電線を、中心の素線以外はハッチングを省略した断面図で示し、図2はその最外層の撚の合わせ素線部分を拡大して示した図であり、図3は隣接セグメント素線の隣接側面の凹部と凸部が嵌合し合う凹凸嵌合部を示した図である。図1に示すように、鋼撚線の心線8の周りに円形断面のアルミ素線の撚線層9を設け、このアルミ撚線層9の上の最外層に断面台形のセグメント素線1を撚り合わせて外径 D の架空電線を構成する。このセグメント素線1は、アルミ合金製、銅製等の導電体製または表面が導電体である素線（たとえばアルミ被覆鋼線）であり、この本発明の架空電線は、送電線だけでなく架空地線も

含むものである。この図1に示した電線は、中心の7本の鋼撚線8の周囲に10本の断面円形のアルミ素線を撚り合わせ、このアルミ撚線層9の周囲の最外層に24本のセグメント素線1を撚り合わせた例を示す。なお、前記のアルミ撚線層9は、円形断面のアルミ素線のかわりに断面扇形のセグメント素線を用いることにより、断面密度を高めコンパクト化を図り、同一外径を維持して電流容量の増加を図ることもできる。

【0027】前記の各セグメント素線1は、図2に示したように、その断面台形の電線径方向の一方の側面2に、ほぼV形の溝奥底が円弧面の凹部3を素線の長手方向に連続して設け、断面台形の他方の電線径方向側面4に、ほぼV形の凸部先端が円弧面の凸部5を素線の長手方向に連続して設ける。この溝奥底が円弧面の凹部3と突出先端部が円弧面の凸部5は、最外層にセグメント素線1を撚り合わせたときに、隣接し合う一方の素線1の側面2に開口する凹部3と他方の素線1の側面4の凸部5の先端部が嵌合し合うように形成する。前記のように電線径方向の両側面に凹部3と凸部5を設けたセグメント素線1を電線の最外層に撚り合わせることににより、撚り合わせの隣接素線が相互に凹部3と凸部5が嵌合するので、各セグメント素線の電線径方向のずれが防止され肩立ちや線浮きの防止効果が大になる。

【0028】本発明においては、図3に示すように、前記の最外層に撚り合わせられた隣接し合うセグメント素線1、1の対向側面の凹部3と凸部5が嵌合し合う凹凸嵌合部35において、凹部3と凸部5の両凹凸面の電線径方向接触長さ U を凹凸嵌合面の電線径方向長さ W に対し10%以下に形成する。このため前記の凸部5の先端円弧面部5a（符号5aは図2）の円弧面の曲率 $R1$ を凹部3の奥底円弧面部3a（符号3aは図2）の円弧面の曲率 $R2$ よりも若干大にして $R1 > R2$ に形成する。このように凸部先端円弧面部5aの曲率を凹部奥底円弧面部3aの曲率よりも大にすることにより、前記凹凸嵌合部35における凹凸嵌合面の電線径方向長さ W に対する両凹凸面の電線径方向接触長さ U を10%以下に抑えることができる。

【0029】前記のように形成する凹凸嵌合部35における凹凸面の電線径方向接触長さ U は、最外層のセグメント素線燃合層において各隣接セグメント素線間に形成される全部の凹凸嵌合部35のうちの多数個所の凹凸嵌合部もしくは適宜個所の複数の凹凸嵌合部に形成されるが、少なくとも1箇所の凹凸嵌合部35に形成する。前記のように凹凸嵌合部35における凹凸嵌合面の電線径方向長さ W に対し凹凸面の電線径方向接触長さ U を10%以下とすることにより、隣接するセグメント素線間の摩擦が小さくなる。このため柔軟性に富む撚線を得ることができ、セグメント素線に過大な応力がかからず、ひびが入るようなことはない。前記の接触長さ U が10%以上では撚線の柔軟性が十分に得られない。

【0030】前記の凹部3と凸部5は、図2に示したように、凹部3の奥底円弧面部3aの中心部Pおよび凸部5の先端円弧面部5aの中心部Qとセグメント素線燃合層の底面6との間の間隔Gが、セグメント素線1の厚さt（該底面6と電線外周側表面7の間の距離）に対し $0.2t \leq G \leq 0.8t$ (mm) の範囲になるように形成する。前記の凹部奥底円弧面部3aの中心部Pと凸部先端円弧面部5aの中心部Qの位置は、セグメント素線1の表面7側よりも内側の底面6側方向に位置させたほうが肩立ちや線浮きの防止効果が大いなので、前記のよう

にP点、Q点の位置Gは、素線1の厚さtに対し $0.2t \sim 0.8t$ (mm) の範囲とするのが好ましい。この中心部P、Qの位置がセグメント素線の電線外表面部にあると、電線が曲げを受けたときに燃合素線の笑いや変形が生じやすく、これが永久に残る場合があり、平滑な電線表面を形成することが困難になり、風圧抵抗を低減できなくなる不都合を生じやすい。

【0031】前記のセグメント素線燃合層の表面には、各セグメント素線の隣接境界部における外周面に、図示のように凹円弧状に窪む凹溝10を設けて、電線外周面にスパイラル状の凹溝を形成する。このセグメント素線1の隣接境界部外周面の円弧状凹溝10は、隣接し合う各セグメント素線の側面の電線外周側の肩部の表面を凹円弧状に切除した2つの凹円弧面10m、10n（図2）により形成し、その窪み形状の凹円弧の形状は半円弧形または浅い円弧形に形成する。この電線表面に設けるスパイラル状凹溝10の数は、電線周方向に間隔を空けて複数条を設けるが、少なくとも1条は設ける。図1は最外層の燃合セグメント素線1の各隣接境界部のうち1つおきの隣接境界部の外周側に凹溝10を設けた例を示す。前記の凹溝10は、図示のようにセグメント素線の隣接境界部における外周面の隣接2条の素線にわたって凹円弧状に形成するかわりに、1条のセグメント素線の外周面に設けてもよい。また、前記の凹溝は凹溝面が「」字形の凹溝でもよい。

【0032】前記のように最外層にセグメント素線1を燃り合わせた架空電線の表面にスパイラル状凹溝10を形成することにより、風が吹きつけると、その気流の電線表面を流れる気流は凹溝10内で気流の混合が生じて乱流化が促進され、電線表面から一端剥離した気流が再び後方の電線表面に再付着し、剥離点が風下側に移行して電線風下側の伴流が小さくなり風圧抵抗が低減する。

【0033】前記のスパイラル状凹溝10の大きさは、該凹溝10の深さをa、巾をbとすると、該深さaと巾bの比が $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ の範囲になるように形成するのが低風圧効果上好ましい。溝巾bは、一般に2～10mm、好ましくは5～7mmとすると、溝深さaは0.25～0.35mm以上である。

【0034】前記の図2におけるgは、最外層の燃合セグメント素線層におけるセグメント素線1の隣接部に形

成される間隙であり、この間隙gは $0.1 \sim 1.0$ mmであって、最外層におけるセグメント素線隣接部の少なくとも1箇所に形成され、この間隙により、セグメント素線の寸法に多少の誤差があってもオーバーレイヤーにならず肩立ちや線浮きが生じない。

【0035】図4は本発明の第2の実施の形態の架空電線を、中心の素線以外はハッチングを省略した断面で示し、図5はその最外層の素線部分を拡大して示し、図1、図2と同一符号は同一部分を示す。この第2の実施形態の架空電線は、前記の図1と図2に示した実施形態と同様にセグメント素線1を最外層に燃り合わせて外径Dの燃合層を形成し、このセグメント素線1の径方向の厚さtよりも大なる径方向厚さdの厚肉のセグメント素線11を、前記の小なる径方向厚さtの薄肉セグメント素線1の燃合層中に混ぜて一緒に燃り合わせたものであり、この厚肉セグメント素線11の外表面側の半部が電線周面上にスパイラル状に突出する。前記の最外層の薄肉セグメント素線燃合層中に燃り合わせる厚肉セグメント素線11は、少なくとも1条を前記燃合層中に燃り合わせる。図4は直径線上に相対して1対の厚肉セグメント素線11を燃り合わせた例を示す。

【0036】この図4と図5に示した第2の実施形態の電線は、前記の厚肉セグメント素線11を、薄肉セグメント素線1と同巾の2条のセグメント素線を厚肉にした左右1対の厚肉セグメント素線11m、11nを合わせて形成した実施形態であり、図5に示したように、一方の右側の素線11nの左側面2の凹部3と他方の左側の素線11mの対向右側面4の凸部5の先端を嵌合させ、この左側素線11mの他側の左側面2の凹部3と、さらに左側に隣接する薄肉セグメント素線1の凸部5の先端を嵌合させ、また前記右側素線11nの他側の右側面4の凸部5の先端と、さらに右側に隣接する薄肉セグメント素線1の凹部3を嵌合させて燃り合わせる。最外層の他の箇所における各隣接薄肉セグメント素線を、凹部3と隣接凸部5を嵌合させて燃り合わせることは、前記第1の実施形態と同様である。

【0037】この第2の実施形態の電線も、最外層のセグメント素線燃合層における各凹凸嵌合部35のうち少なくとも1箇所の凹凸嵌合部35において、その両凹凸面の電線径方向接触長さUを凹凸嵌合面の電線径方向長さWの10%以下に形成することは、図3に示した前記第1実施形態の電線と同様であり、このため凸部5の先端円弧面部5aの円弧面の曲率R1を凹部3の奥底円弧面部3aの円弧面の曲率R2よりも若干大にして $R1 > R2$ に形成し前記凹凸嵌合部35における両凹凸面の電線径方向接触長さUを凹凸嵌合面の電線径方向長さWに対し10%以下に抑えることも、前記第1実施形態の電線と同様である。

【0038】また、前記凹部3の奥底円弧面部3aの中心部Pと凸部5の先端円弧面部5aの中心部Qとセグメ

1.1

ント素線燃合層の底面との間の間隔Gを最外層の外径Dのセグメント素線燃合層を形成する薄肉セグメント素線1の厚さtに対し $0.2t \leq G \leq 0.8t$ (mm)の範囲にすることも前記第1の実施形態と同様であり、厚肉セグメント素線11の両側面に設ける凹部3と凸部5も、その凹部奥底円弧面部3aの中心部Pおよび凸部先端円弧面部5aの中心部Qとセグメント素線燃合層の底面との間の間隔Gを前記と同様に選定する。

【0039】前記のように最外層の薄肉セグメント素線1の燃合層中に厚肉セグメント素線11を撚り合わせるにより、図5に示すように、薄肉セグメント素線1の燃合層の電線外周側表面7と厚肉セグメント素線11の電線外周側表面12との間に段差hが形成され、この段差hだけ電線周面上に突出した厚肉セグメント素線11の突出部11dにより電線周面上にスパイラル状に突出するスパイラル突条が形成される。

【0040】前記の最外層の外径Dの薄肉セグメント素線燃合層の電線外周側表面7上に厚肉セグメント素線11の突出部11dが突出する段差hは、薄肉セグメント素線1の燃合層の外径Dに対し h/D が $0.01 < h/D < 0.10$ の範囲になるように設定する。この段差hが、小さすぎると低騒音効果が失われ、大きすぎると風圧抵抗が大になって低風圧効果が損なわれる。実験よれば、段差hが $h < 0.01D$ であると低騒音効果が失われ、一方、外径が等価な従来の電線の風圧抵抗よりも10～20%小さくして低風圧効果を得るには $h < 0.1D$ にする必要があることがわかった。なお、前記の段差hを電線周面の対向する4箇所に設けて、より低い段差で低風圧化と低騒音化を図ることも可能である。

【0041】前記の最外層の薄肉セグメント素線1の燃合層中に撚り合わせた厚肉セグメント素線11の両側面間の巾(図5において右側の素線11nの右側面4と左側の素線11mの左側面2との間の間隔巾)は、中心点がOの電線における該両素線11m、11nの両側面間の中心角 θ を $10^\circ < \theta < 90^\circ$ の範囲にする。この中心角 θ が 10° 以下であると、電線の風下側にカルマン渦が形成されやすくなり、低騒音効果が損なわれるばかりでなく、架線工事において金車を通す際に、電線の外周面上にスパイラル状に突出して最外層に撚り合わせられている厚肉セグメント素線11が転倒したり突出部が潰れ変形しやすくなるので、この中心角 θ は 10° 以上が好ましい。また中心角 θ が 90° を越えると投影断面積が増加して風圧抵抗が増大し低風圧効果が損なわれるので、中心角 θ は 90° 以下とするのが好ましい。

【0042】前記の第2の実施形態の架空電線も、前記第1の実施形態の電線と同様に、最外層のセグメント素線燃合層の素線隣接境界部の表面に、円弧状に窪む凹溝10を設けて電線外周面にスパイラル状の凹溝を、電線

1.2

周方向に間隔を空けて複数条または少なくとも1条形成するが、薄肉セグメント素線1に隣接する厚肉セグメント素線11には、図4のように、厚肉セグメント素線11の突出部11dの下縁のセグメント肩部に凹円弧面を形成して、これに隣接する薄肉セグメント素線1の凹円弧面とともに円弧面の凹溝を形成する。この第2実施形態の架空電線においても、電線外周面にスパイラル状凹溝を形成することにより、前記第1実施形態のスパイラル状凹溝10と同様に、風が吹きつけると電線表面を流れる層流が凹溝10を通過して風下側に移り、剥離点が風下側に移行して抗力係数が小になり、風圧荷重が低減する。

【0043】また、前記第2実施形態の架空電線においても、凹溝10の深さaと巾bの比を $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ の範囲にすることも前記第1実施形態と同様であり、最外層の燃合セグメント素線1の隣接境界部に0.1～1.0mmの間隙gを燃合セグメント素線の隣接部の少なくとも1箇所に形成することも前記第1実施形態と同様である。

【0044】図6は本発明の第3の実施の形態の架空電線を、中心の素線以外はハッチングを省略した断面図で示し、図1、図2および図4、図5と同一符号は同一部分を示す。この第3の実施形態の架空電線は、前記第2の実施形態における最外層の各セグメント素線の2条分の巾のセグメント素線21、22を用い、10条の薄肉セグメント素線21と2条の厚肉セグメント素線22を撚り合わせて、薄肉セグメント素線21の燃合層の外径がDで、直径線上に2条の厚肉セグメント素線22が相対する電線を構成したものである。この第3の実施形態の電線においては、最外層の各セグメント素線の隣接境界部ごとにその境界部表面に凹円弧状の凹溝10を設けて電線外周面にスパイラル状凹溝を電線周方向に間隔を空けて形成する。

【0045】また、この第3の実施形態の電線も、最外層のセグメント素線燃合層における各凹凸嵌合部35のうち少なくとも1箇所の凹凸嵌合部35において、その凹凹凸面の電線径方向接触長さUを凹凸嵌合面の電線径方向長さWの10%以下に形成することは、図3に示した前記第1実施形態の電線と同様であり、このため凸部5の先端円弧面部5aの円弧面の曲率R1を凹部3の奥底円弧面部3aの円弧面の曲率R2よりも若干大にして $R1 > R2$ に形成することも、前記第1実施形態の電線と同様である。

【0046】また第3の実施形態の電線も、前記第2実施形態の電線と同様に、最外層の各隣接薄肉セグメント素線を、その側面の凹部3と隣接素線側面の凸部5を嵌合させて撚り合わせるものであり、凹部3の奥底円弧面部3aの中心部Pと凸部5の先端円弧面部5aの中心部Qの位置を、セグメント素線1の厚さtに対し $0.2t \leq G \leq 0.8t$ (mm)の範囲にすることも前記第1の

10

20

30

40

50

実施形態と同様である。

【0047】前記第3の実施形態を示した図6において、 θ は厚肉セグメント素線21の中心角、 h は薄肉セグメント素線21の燃合層の外周面と厚肉セグメント素線22の突出外周面との間の段差であり、中心角 θ は $10^\circ < \theta < 90^\circ$ の範囲とし、段差 h は薄肉セグメント素線燃合層の外径 D に対し h/D を $0.01 < h/D < 0.10$ の範囲にすることも前記第2実施形態の電線と同様である。また凹溝10の深さ a と巾 b の比を $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ の範囲にすること、最外層燃合セグメント素線1の隣接部の少なくとも1箇所に $0.1 \sim 1.0$ mmの間隙 g を形成することも前記第1実施形態と同様である。

【0048】従来の電線は風速 20 m/s前後で抗力係数が最大値となりその後風速が高くなると抗力係数が若干増加し 80 m/sでは抗力係数はほぼ1になる。これに対し、本発明の電線は、電線表面に設けた凹溝10により気流が乱流化されて風下側の伴流が小さくなり風圧抵抗が著しく低減するものであり、風速 20 m/s程度では凹溝10内での乱流化作用が余り発揮できないが、風速 25 m/s以上になると凹溝10内での乱流化作用により風圧抵抗が劇的に減少し風速 80 m/s程度になっても持続する。本発明の電線は風圧抵抗が大幅に低減され、鉄塔や基礎等の建設費を節減できるのでその経済的効果は著しい。

【0049】前記第2実施形態のように外周にスパイラル突条の段差 h がある電線でも電線外径 D に対する段差 h の割合 h/D を前記 $0.01 < h/D < 0.10$ の範囲の適切な範囲に選定することにより、従来の電線に比べ、 $30 \sim 40$ m/sの高風速領域で抗力係数を比較すると、少なくとも 20% 以上の低減効果を有することが明らかとなった。また、電線表面に形成するスパイラル状凹溝10の形状を、凹溝の深さ a と巾 b の比を $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ の所定の範囲に選定することにより所望の設計風速に対して最適な抗力係数を選択でき、凹溝10の本数も所定範囲に選定することにより最適抗力係数を選択できることが明らかとなった。また、従来の電線に比べて風圧抵抗のみを低減させた第1実施形態の電線は、電線の外表面が従来電線に比べより平滑なために風騒音レベルが若干高くなる傾向にあるが、第2実施形態の低騒音化を図った電線では卓越周波数が消えて風騒音レベルが大幅に低下している。

【0050】図7は本発明の第4の実施の形態の架空電線を示し、図1、図2と同一符号は同一部分を示す。この第4の実施形態の電線は、前記の第1実施形態における最外層の各セグメント素線1の2条分の巾のセグメント素線21を用いて最外層に撚り合わせ、最外層セグメント素線21の側面に設ける凹部3と凸部5の円弧面を、前記第1実施形態の最外層セグメント素線1の凹部3と凸部5よりも大なる曲率に形成したものであり、1

2条のセグメント素線21を撚り合わせて外径が D の電線を構成し、最外層の各セグメント素線21の隣接部ごとにその隣接境界部表面に凹円弧状の凹溝10を設けて、電線外周面にスパイラル状凹溝を電線周方向に間隔を空けて形成する。

【0051】この第4の実施形態も、最外層のセグメント素線燃合層における各凹凸嵌合部35のうち少なくとも1箇所の凹凸嵌合部35においてその両凹凸面の電線径方向接触長さ U を凹凸嵌合面の電線径方向長さ W の 10% 以下に形成することは、図3に示した前記第1の実施形態の電線と同様であり、このため凸部5の先端円弧面部5aの円弧面の曲率 $R1$ を凹部3の奥底円弧面部3aの円弧面の曲率 $R2$ よりも若干大にして $R1 > R2$ に形成することも、前記第1実施形態の電線と同様である。また、前記凹部3の奥底円弧面部3aの中心部Pおよび凸部5の先端円弧面部5aの中心部Qからセグメント素線燃合層底面までの間隔 G を、該底面と外周表面との間の厚さ t に対し $0.2t \leq G \leq 0.8t$ (mm)とすること、および最外層におけるセグメント素線21の隣接境界部の少なくとも1箇所に $0.1 \sim 1.0$ mmの間隙 g を形成すること、および電線外周面のスパイラル状凹溝10の溝深さ a と溝巾 b を $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ とすることも第1実施形態の電線と同様である。

【0052】図8は本発明の第5の実施の形態の架空電線を示し、図1、図2と同一符号は同一部分を示す。この第5の実施形態の電線は、前記第4実施形態と同様に広巾のセグメント素線21を用いて最外層に撚り合わせ、最外層セグメント素線21の側面に設ける凹部3と凸部5を、半円弧状の凹部3と凸部5に形成したものである。この第5実施形態においても、最外層のセグメント素線燃合層における各凹凸嵌合部35のうち少なくとも1箇所の凹凸嵌合部35において、その両凹凸面の電線径方向接触長さ U を凹凸嵌合面の電線径方向長さ W の 10% 以下に形成することは、図3に示した前記第1実施形態の電線と同様であり、このため凸部5の先端円弧面部5aの円弧面の曲率 $R1$ を凹部3の奥底円弧面部3aの円弧面の曲率 $R2$ よりも若干大にして $R1 > R2$ に形成することも、前記第1実施形態の電線と同様である。また前記凹部3の奥底円弧面部の中心部Pおよび凸部5の先端円弧面部の中心部Qからセグメント素線燃合層の底面までの間隔 G を、該底面と外周表面との間の厚さ t に対し $0.2t \leq G \leq 0.8t$ (mm)とすること、および最外層における燃合セグメント素線21の隣接境界部の少なくとも1箇所に $0.1 \sim 1.0$ mmの間隙 g を形成すること、および電線外周面のスパイラル状凹溝10の溝深さ a と溝巾 b を $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ とすることも前記第1実施形態の電線と同様である。

【0053】なお、前記の各図に示した各実施形態の電

1.5

線は撚り層数が4層構造のものを示したが、この撚り層数は電線のサイズに応じて変更されるものである。また前記のように最外層のみをセグメント素線の撚合層とするだけでなく、その内層のアルミ撚線層のすべての素線もセグメント素線にして、占積率を高め同一断面積で電線外径を細くして、風圧抵抗をさらに低減させるようにしてもよい。

【0054】

【発明の効果】前記のように本発明の架空電線は、セグメント素線に凹部と凸部を設け隣接セグメント素線の凹、凸部を嵌合させて撚り合わせ、最外層のセグメント素線撚合層の少なくとも1箇所の凹凸嵌合部における両凹凸面の電線径方向接触長さを凹凸嵌合面の電線径方向長さの10%以下としたので、隣接するセグメント素線間の摩擦が小さくなって柔軟性に富む撚線を得ることができ、取扱い容易となり、セグメント素線に過大な応力がかからず従来のようにひびが入ることがなく、しかも従来のような、撚り合わせの際の素線相互のずれが起これら、架線の際の金車通過時の素線の飛び出しや線浮きを防ぐことができる。

【0055】また、セグメント素線側面の凸部先端円弧面の曲率を凹部奥底円弧面の曲率よりも大にすることにより、隣接セグメント素線の凹凸嵌合部における両凹凸面の電線径方向接触長さを凹凸嵌合面の電線径方向長さの10%以下に抑えることが容易にできる。

【0056】前記セグメント素線の両側面の凹部の奥底円弧面部の中心部および凸部の先端円弧面部の中心部からセグメント素線底面までの間隔Gを、セグメント素線の底面と外周表面との間の厚さtに対し $0.2t \leq G \leq 0.8t$ (mm) としたので、最外層のセグメント素線の撚り合わせの際に素線が電線径方向にずれて生ずる肩立ちや線浮き現象の防止効果が大きくなる。

【0057】また、最外層のセグメント素線撚合層の外周表面に少なくとも1条または電線周方向に間隔を空けて複数条のスパイラル状凹溝を設けたので、架空電線に風が吹きつけたときに電線表面を流れる境界層の剥離点が電線風下側に移行して風圧荷重が低減する。

【0058】また、最外層における撚合セグメント素線の境界部の少なくとも1箇所に0.1~1.0mmの間隙を形成することにより、撚合セグメント素線1の凹部に隣接素線の凸部を嵌入させてセグメント素線を撚り合わせる際に、セグメント素線の寸法に若干の誤差があっても、前記間隙で吸収、調整されて両凹、凸部を支障なく嵌合させることができる。またこの間隙により電線内部に入った雨水を速やかに排出することができる。

【0059】また、セグメント素線撚合層の外周表面に形成するスパイラル状凹溝の溝深さaと溝巾bを $0.05 \leq a/b \leq 0.5$ としたことにより、所望の設計風速に対して最適な抗力係数を選択でき、低風圧効果を増すことができる。

1.6

【0060】また、最外層における薄肉セグメント素線の撚合層中に、厚肉セグメント素線を少なくとも1条撚り合わせて薄肉セグメント素線撚合層の外周面と厚肉セグメント素線外周面との間に段差を形成し、この段差hを薄肉セグメント素線撚合層の外径Dに対し $0.01 < h/D < 0.10$ としたことにより、大なる低風圧効果を有する低風騒音電線を得ることができる。

【0061】また、前記厚肉セグメント素線の中心角 θ を $10^\circ < \theta < 90^\circ$ としたことにより、大なる低風圧効果、低騒音効果が得られるばかりでなく、架線工事において金車を通過する際の厚肉セグメント素線の転倒や突出部の潰れ、変形を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す図

【図2】本発明の第1の実施形態の最外層撚合素線部の拡大図

【図3】本発明のセグメント素線撚合層の隣接セグメント素線の凹凸嵌合部を示す図

【図4】本発明の第2の実施の形態を示す図

【図5】本発明の第2の実施形態の最外層撚合素線部の拡大図

【図6】本発明の第3の実施の形態を示す図

【図7】本発明の第4の実施の形態を示す図

【図8】本発明の第5の実施の形態を示す図

【符号の説明】

1、21：セグメント素線

2、4：セグメント素線の両側面

3：セグメント素線側面の凹部

3a：凹部3の奥底円弧面部

5：セグメント素線側面の凸部

5a：凸部5の先端円弧面部

6：セグメント素線撚合層の底面

7：セグメント素線撚合層の外周面

10：電線外周面の凹溝

11、22：厚肉セグメント素線

35：凹凸嵌合部

V1：凹凸嵌合部の両凹凸面上側の接触部

$\delta 1$ ：凹凸嵌合部の両凹凸面上側の接触部V1の接触長さ

V2：凹凸嵌合部の両凹凸面下側の接触部

$\delta 2$ ：凹凸嵌合部の両凹凸面下側の接触部V2の接触長さ

U：凹凸嵌合部の両凹凸面の電線径方向接触長さ

W：凹凸嵌合部の凹凸嵌合面の電線径方向長さ

R1：凸部先端円弧面部5aの円弧面の曲率

R2：凹部奥底円弧面部3aの円弧面の曲率

P：凹部3の奥底円弧面部3aの中心部

Q：凸部5の先端円弧面部5aの中心部

G：中心部P、Qの位置点

t：セグメント素線撚合層の厚さ

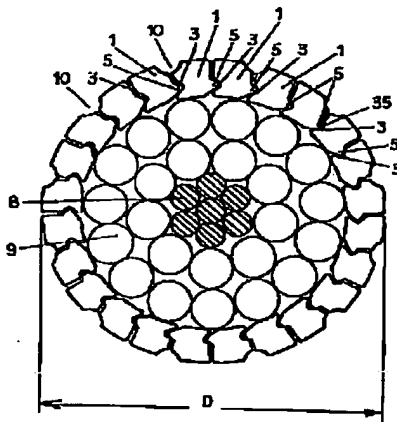
17

g: 隣接セグメント素線間の間隙
 a: 凹溝10の溝深さ
 b: 凹溝10の溝巾

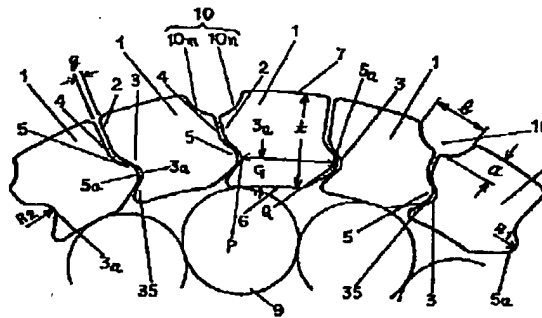
18

h: 厚肉セグメント素線11、22の段差
 D: 架空線直径
 θ : 厚肉セグメント素線11、22の両側面間の中心角

【図1】



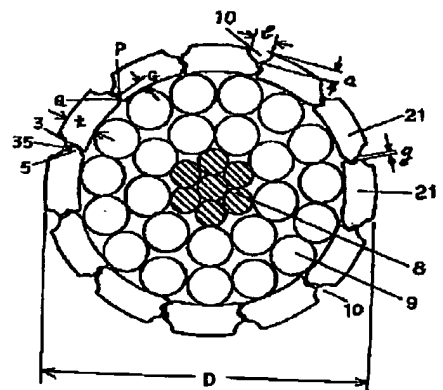
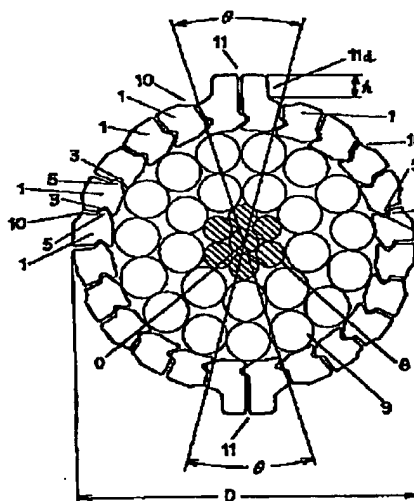
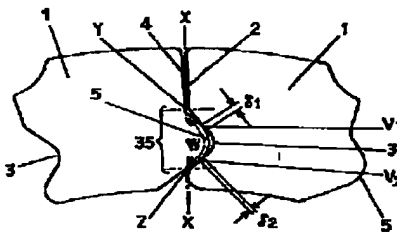
【図2】



【図4】

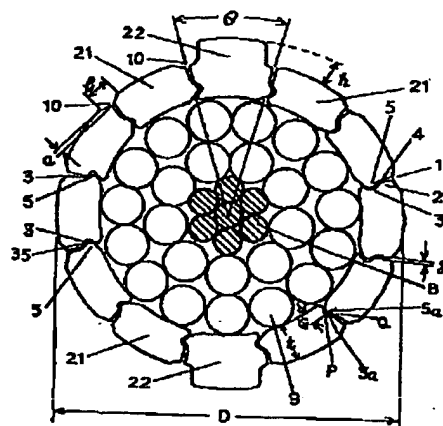
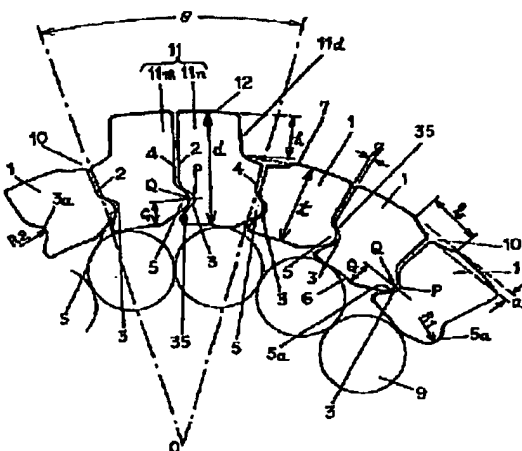
【図7】

【図3】



【図5】

【図6】



(72)発明者 岡田 哲哉
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

Fターム(参考) 5G307 EA03 EA06 EA08 ED01 EE01
EF05 EF09 EF10